

24. 6. 2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2 0 0 4 年 6 月 1 8 日

出 願 番 号  
Application Number:

特 願 2 0 0 4 - 1 8 1 1 1 1

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 8 1 1 1 1

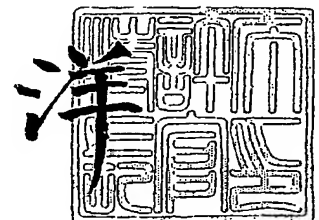
出 願 人  
Applicant(s):

ソニー株式会社

2 0 0 5 年 4 月 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 0490455902  
【提出日】 平成16年 6月18日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 5/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内  
    【氏名】 内田 史朗  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内  
    【氏名】 東條 剛  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002185  
    【氏名又は名称】 ソニー株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100094053  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 佐藤 隆久  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014890  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9707389

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

基板と、  
前記基板に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、  
前記第 1 クラッド層上に形成された活性層と、  
前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第 2 導電型の第 2 クラッド層と  
を有し、  
前記リッジ形状の部分の前記第 2 クラッド層が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第 1 リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第 2 リッジ形状層を含む  
半導体発光装置。

**【請求項 2】**

前記第 1 リッジ形状層と前記第 2 リッジ形状層は、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層である  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 リッジ形状層のアルミニウムの組成比  $X_1$  が  $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$  であり、  
前記第 2 リッジ形状層アルミニウムの組成比  $X_2$  が  $X_2 \leq X_1$  である  
請求項 2 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 4】**

前記第 1 リッジ形状層のアルミニウムの組成比  $X_1$  が  $0.70$  であり、  
前記第 2 リッジ形状層のアルミニウムの組成比  $X_2$  が  $0.65$  である  
請求項 2 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 5】**

前記第 1 リッジ形状層の膜厚が  $50 \sim 400 \text{ nm}$  である  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 6】**

前記第 2 クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第 1 リッジ形状層の膜厚の和が  $750 \text{ nm}$  以下である  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 7】**

前記第 2 クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第 1 リッジ形状層の界面にエッチングストップ層が形成されている  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 8】**

前記第 1 クラッド層、前記活性層、前記第 2 クラッド層が、AlGaInP 系材料から構成されている  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 9】**

前記第 1 クラッド層、前記活性層、前記第 2 クラッド層が、AlGaN 系材料から構成されている  
請求項 1 に記載の半導体発光装置。

**【請求項 10】**

基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第 1 導電型の第 1 クラッド層、活性層および第 2 導電型の第 2 クラッド層を積層して形成する工程と、  
前記第 2 クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程と  
を有し、  
前記第 2 クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性

層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する  
半導体発光装置の製造方法。

【請求項11】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層と前記第2リッジ形状層として、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層として形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項12】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 $X_1$ が $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 $X_2$ が $X_2 \leq X_1$ の層として形成する

請求項11に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項13】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 $X_1$ が $0.70$ の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 $X_2$ が $0.65$ の層として形成する

請求項11に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項14】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層の膜厚を $50 \sim 400 \text{ nm}$ として形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項15】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第1リッジ形状層の膜厚の和を $750 \text{ nm}$ 以下として形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項16】

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層を形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項17】

前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程において、前記エッチングストップ層で停止するエッチングにより前記第2クラッド層の一部をリッジ形状に加工する

請求項16に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項18】

前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、 $\text{AlGaInP}$ 系材料から形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項19】

前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、 $\text{AlGaN}$ 系材料から形成する

請求項10に記載の半導体発光装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体発光装置およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光装置およびその製造方法に関し、特にビーム形状を改善した半導体発光装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザなどの半導体発光装置は、例えば、CD（コンパクトディスク）やDVD（デジタル多用途ディスク）、さらには次世代光ディスク装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などとして、様々な分野で用いられている。

【0003】

上記の半導体発光装置として、例えば非特許文献1にAlGaInP系材料からなる半導体レーザが開示されている。

図8（a）は上記の半導体レーザの断面図である。

例えば、n型基板110上に、不図示のn型バッファ層を介して、AlGaInP層からなるn型クラッド層111、活性層112、AlGaInP層（113、115）からなるp型クラッド層117、GaAs層からなるp型キャップ層118が積層して形成されている。

AlGaInP層113とAlGaInP層115の界面に、GaInP層のエッチングストップ層114が形成されており、p型キャップ層118の表面からAlGaInP層115までがリッジ（凸）形状RDに加工されており、電流狭窄構造となるストライプを形成している。

リッジ形状RDの両側には、電流ブロック層119が形成されており、さらに、p型キャップ層118に接続してp電極120が形成され、n型基板110に接続してn電極121が形成されている。

【0004】

図8（b）は図8（a）中の $x_1-x_2$ に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

n型クラッド層111、活性層112、AlGaInP層113、エッチングストップ層114、AlGaInP層115の各層のバンドギャップを示している。

例えば、n型クラッド層111のアルミニウムの組成比は0.65であり、p型クラッド層については、AlGaInP層（113、115）の2層とも0.70となっており、n型クラッド層111よりもバンドギャップが高い構造となっている。

【0005】

上記の半導体レーザにおいて、レーザービームのアスペクト比を調整し、ビーム形状を円形に近づけることは重要な課題の1つである。

ビーム形状は半導体レーザを構成する各層の屈折率に大きく依存する。

【0006】

一方、上記の従来の半導体レーザにおいて、内部量子効率を改善するために様々な試みがなされてきたが、2つの漏れ電流を最小限にすることが求められている。

1つめの漏れ電流は、図8の断面図においてヘテロ接合に平行な方向なX方向に過分に漏れる横方向漏れ電流 $I_{Lx}$ であり、2つめの漏れ電流は、活性層からpクラッド層へと電子がY方向に漏れるオーバーフローと呼ばれる縦方向漏れ電流 $I_{Ly}$ である。

【0007】

横方向漏れ電流 $I_{Lx}$ は、図8中のAlGaInP層113の厚みを薄くすることで抑制する方法があるが、実際にはこのAlGaInP層113を300nm以下に制御し薄くしていくことは難しい。

例えば、リッジストライプ中央部の実行屈折率 $N_{eff1}$ とリッジストライプ外部の実行屈折率 $N_{eff2}$ との差が大きくなり、X方向での光閉じこめが強くなり、X方向での中央部で

の光子分布が極大化し、電子正孔の消費が増え、供給不足に陥る。これをキャリアのホールバーニングと呼ぶが、この際、光子はそのモードを維持する電子正孔の受給ができないので、供給を受けられるモードに移ろうとする。この現象は、その電子—光変換効率の変化をもたらし、光出力—電流 ( $L-I$ ) 特性においてはその直線性が損なわれ、キンクという現象として観測される。

#### 【0008】

また、上記の従来の半導体レーザにおいて、縦方向漏れ電流  $I_{Ly}$  として、高温時に電子がその熱電子エネルギーで活性層から p 型クラッド層に漏れてしまい、 $L-I$  特性の悪化を招いていた。

この対策の本質は、 $\Gamma$ -band に属する電子が感じるエネルギー的障壁の高さを高くしたり、クラッド層の p 型不純物の濃度を向上させるなどの手法が一般的手法であった。その際、重要な課題として、AlGaInP 層 113 を薄くしていくと X-band に属する電子群のドリフト電流が増加することが知られている（非特許文献 1 参照）。

このことは、実験でも確かめられ、AlGaInP 層 113 はあまり薄くできず、上記記載の X 方向の漏れ電流  $I_{Lx}$  を抑制する手法が使えない。

【非特許文献 1】 Numerical Simulation of Semiconductor Optoelectronic Devices, proceedings, MD4, L39-40

【非特許文献 2】 IEEE JQE, VOL38, NO.3, MARCH 2002, L285

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

解決しようとする問題点は、図 8 に示す構造の半導体レーザにおいて、レーザビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることが困難である点である。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明の半導体発光装置は、基板と、前記基板に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、前記第 1 クラッド層上に形成された活性層と、前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第 2 導電型の第 2 クラッド層とを有し、前記リッジ形状の部分の前記第 2 クラッド層が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第 1 リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第 2 リッジ形状層を含む。

#### 【0011】

上記の半導体発光装置は、基板に、第 1 導電型の第 1 クラッド層、活性層、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第 2 導電型の第 2 クラッド層とが積層しており、このリッジ形状の部分の前記第 2 クラッド層が、活性層に近い側であってバンドギャップの高い第 1 リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第 2 リッジ形状層を含む構造となっている。

#### 【0012】

また、半導体発光装置の製造方法は、基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第 1 導電型の第 1 クラッド層、活性層および第 2 導電型の第 2 クラッド層を積層して形成する工程と、前記第 2 クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程とを有し、前記第 2 クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第 1 リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第 2 リッジ形状層を含むように形成する。

#### 【0013】

上記の本発明の半導体発光装置の製造方法は、基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第 1 導電型の第 1 クラッド層、活性層および第 2 導電型の第 2 クラッド層を積層して形成し、次に、第 2 クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する。

ここで、第 2 クラッド層を形成する際には、リッジ形状となる部分が、活性層に近い側

であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する。

【発明の効果】

【0014】

本発明の半導体発光装置は、第2クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれている構造を有しており、これによって、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルが調整可能となり、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

【0015】

本発明の半導体発光装置の製造方法は、第2クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれるように形成するので、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルを調整することができ、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の半導体発光装置の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0017】

図1(a)は本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図である。

例えば、n型基板10上に、不図示のn型バッファ層を介して、AlGaInP層からなるn型クラッド層(第1クラッド層)11、多重量子井戸構造を有する活性層12、AlGaInP層からなるd2層13、GaInP層からなるエッチングストップ層14、AlGaInP層からなるd2'層(第1リッジ形状層)15、AlGaInP層からなる第2リッジ形状層16が積層しており、d2層13から第2リッジ形状層16までがp型クラッド層(第2クラッド層)17となる。さらに、第2リッジ形状層16上にGaAs層からなるp型キャップ層18が形成されている。

また、p型キャップ層18の表面からAlGaInP層15までがリッジ(凸)形状RDに加工されて、電流狭窄構造となるストライプを形成しており、リッジ形状RDの両側には、例えばAlInPなどからなる電流ブロック層19が形成されている。

また、p型キャップ層18に接続してp電極20が形成され、n型基板10に接続してn電極21が形成されている。

【0018】

図1(b)は図1(a)中のx1-x2に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

n型クラッド層11、活性層12、d2層13、エッチングストップ層14、d2'層(第1リッジ形状層)15および第2リッジ形状層16の各層のバンドギャップを示している。ここで、バンドギャップの高低は、アルミニウムの組成比の高低に対応しており、アルミニウムの組成比が高いほどバンドギャップが高くなる。

例えば、n型クラッド層11のアルミニウムの組成比が0.65、p型クラッド層については、d2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15が0.70、第2リッジ形状層16が0.65となっている。即ち、n型クラッド層11とp型クラッド層17について、例えば、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16のバンドギャップが低く、d2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15のバンドギャップが高いプロファイルである。

【0019】

このように、本実施形態の半導体レーザにおいては、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部分(d2'層(第1リッジ形状層)15、第2リッジ形状層16)について、活性層12に近い側であってバンドギャップの高いd2'層(第1リッジ形状層)15と、活性層12から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層1

6を含む構成となっている。

また、p型クラッド層17のうちのd2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15の部分は、n型クラッド層11よりもバンドギャップが高い構造となっている。

#### 【0020】

上記の本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザは、p電極20とn電極21に所定の電圧を印加することで、レーザ光出射部から例えば650nm帯の波長のレーザ光が基板と平行な方向に出射される。

上記の半導体レーザにおいて、リッジ深さや形状などの制御によって、インデックスガイドやセルフパルセーションタイプなどとすることも可能である。

#### 【0021】

上記の本実施形態に係る半導体発光装置は、p型クラッド層(第2クラッド層)のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれている構造を有しており、これによって、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルが調整可能となり、例えば、ヘテロ接合に垂直な方向の遠視野像光ビームの半値幅( $\theta_{\perp}$ )が小さくなり、ビームのアスペクト比を改善して、より円形なビームパターンを生成することができる。

#### 【0022】

本実施形態の半導体レーザにおいては、d2'層(第1リッジ形状層)15のアルミニウム組成比X1について、 $0.60 \leq X1 \leq 0.70$ とし、d2'層(第1リッジ形状層)15以外の層のアルミニウム組成比X2について、 $X2 \leq X1$ とすることが好ましい。

このような構成とすることにより、アルミニウム組成比の高い層である、pクラッド(第2クラッド)のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13の膜厚を50~350nmに薄くすることができ、これによって、ヘテロ接合に平行な方向に過分に漏れている電流 $I_{Lx}$ を減らすことができる。

上記のように、本実施形態の構造では、d2'層(第1リッジ形状層)15という低屈折率層と第2リッジ形状層16の高屈折率層とを含むようにリッジ部を構成することで、d2層13を50~350nmまで薄くしても、半導体レーザのしきい電流(しきいキャリア密度)を低減でき、従来から問題となっていた活性層からp側への電子のオーバーフローが抑制でき、微分効率、キンクレベルが改善される。

#### 【0023】

本実施形態では、d2層13の薄さを補正するために、Al組成の高い層d2'層(第1リッジ形状層)15( $0.60 \leq X1 \leq 0.70$ )を導入し、その厚みを50~400nmまで厚くできる。

理論的には、活性層12からあふれ出した電子はX-bandを経てd2層13を通過し、エッチングストップ層14で再結合する可能性があるが、実験的にこのd2'層(第1リッジ形状層)15の効果でしきい電流値の低下、温度特性の改善効果等が見られた。

#### 【0024】

アルミニウム組成比の高い、d2'層(第1リッジ形状層)15が形成されていない場合、上記の効果を狙って、pクラッド層(第2クラッド層)のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13を薄くしていくと、X-bandに所属する電子群がこのd2層を通り抜け、ドリフト電子として作用し、p型クラッド層に漏れていき、かえって温度特性の悪化を招く恐れがある(非特許文献2参照)。

図2は本実施形態においてドリフト電子を低減する効果を説明する模式図である。

本実施形態においては、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部分について、バンドギャップの高いd2'層(第1リッジ形状層)15と、バンドギャップの低い第2リッジ形状層16から構成しており、このd2'(第1リッジ形状層)15は活性層12のSCH(Separate Confinement Hetero-structure)ガイド層に接して設けられてはおらず、d2層13とエッチングストップ層14を挟んでいるが、その厚みが増すに従ってこのドリフト電子を抑制する効果があることが実験的に確かめられている。



## 【0025】

AlGaInP系高出力レーザにおいて、そのキンクレベルを向上させるため、断面図を図1(a)に示すようなリッジ形状RDの台形の下辺のストライプ幅を $2.5\mu\text{m}$ 以下に狭くする必要があった。しかしながら、リッジの形状を立たせることは技術的に難しく、下辺のストライプ幅を狭くするとリッジ台形の上辺が極端に狭くなるため高抵抗化という新たな問題が生じる不都合があった。

本実施形態に係る半導体レーザの構造では、図中のd2'層(第1リッジ形状層)15が、その上方に形成されている第2リッジ形状層16よりも平均してAl組成が高いため、図中のリッジ形状を作製するウエットエッチング工程において、d2'層(第1リッジ形状層)15に対するエッチング速度が第2リッジ形状層16に対するエッチング速度より大きくなる。

これにより、リッジ形状RDの下部でエッチングがより進むために、同じ上辺を作製した場合よりも下辺のストライプ幅を約 $0.2\mu\text{m}$ 狭くすることができる。すなわち、従来よりもリッジ形状を立たせることができるため、キンクレベルが向上する。

## 【0026】

上記の理由から、d2層13の膜厚は $50\sim 350\text{nm}$ 程度であることが好ましい。 $350\text{nm}$ を越えるとヘテロ接合に平行な方向に過分に漏れている電流 $I_{Lx}$ が大きくなるので好ましくない。

また、d2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚の和が $750\text{nm}$ 以下であることが好ましい。 $750\text{nm}$ を越えるとビームの $\theta_{\perp}$ が悪化してしまう。

また、d2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚が $50\sim 400\text{nm}$ 程度であることが好ましく、これは上記のようにd2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚の和が $750\text{nm}$ を越えないようにするためである。

## 【0027】

## (実施例1)

上記の本実施形態に従って、実施例として図1に示す構成の半導体レーザを作成し、一方、比較例として図8に示す構成の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてしきい電流を測定した。

結果を図3に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも低いしきい電流が得られた。

## 【0028】

## (実施例2)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてヘテロ接合に垂直な方向の遠視野像を観測し、 $\theta_{\perp}$ を測定した。

結果を図4に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも小さい $\theta_{\perp}$ の値が得られた。

## 【0029】

## (実施例3)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて微分効率を測定した。

結果を図5に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも大きい微分効率の値が得られた。

## 【0030】

## (実施例4)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてキンクレベル( $100\text{ns}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$ )を測定した。

結果を図6に示す。

実施例の半導体レーザは、比較例と比べてキンクレベルが改善した。

## 【0031】

## (実施例5)

実施例 1 と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて、 $L-I$  曲線の微分係数の減少率  $KSEp$  と  $X$  方向の光の閉じこめの目安である遠視野像の半値幅  $\theta//$  を測定した。 $KSEp$  は、その値が大きくなると  $L-I$  の屈曲度が大きい（キンク発生）ことを示すものである。

図 7 は微分係数の減少率  $KSEp$  を遠視野像の半値幅  $\theta//$ （出力 5 mW）に対してプロットした図である。

比較例では、遠視野像の半値幅  $\theta//$  が大きいとホールバーニング効果に伴い、キンクが生じ易い。

実施例では、遠視野像の半値幅  $\theta//$  を大きくしてもキンクレベルが悪化することはない。

このことは、上述のようにビームのアスペクト比を改善して、より円形なビームパターンを生成することにも寄与し、光ディスク応用上重要な貢献度を持つ。

#### 【0032】

（実施例 6）

実施例 1 と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて高温動作時の動作電流値を測定した。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも小さい高温動作時の動作電流値の値が得られた。

#### 【0033】

上記の本実施形態に係る半導体レーザの製造方法について説明する。

例えば有機金属気相エピタキシャル成長法（MOVPE）などのエピタキシャル成長法により、 $n$  型基板 10 上に、不図示のバッファ層、 $AlGaInP$  層からなる  $n$  型クラッド層（第 1 クラッド層）11、活性層 12、 $AlGaInP$  層からなる  $d2$  層 13、 $GaInP$  層からなるエッチングストップ層 14、 $AlGaInP$  層からなる  $d2'$  層（第 1 リッジ形状層）15、 $AlGaInP$  層からなる第 2 リッジ形状層 16、 $GaAs$  層からなる  $p$  型キャップ層 18 を順に積層させる。ここで、 $d2$  層 13 から第 2 リッジ形状層 16 までが  $p$  型クラッド層（第 2 クラッド層）17 となる。

ここで、例えば  $n$  型クラッド層 11 のアルミニウムの組成比は 0.65、 $p$  型クラッド層については、 $d2$  層 13 と  $d2'$  層（第 1 リッジ形状層）15 は 0.70、第 2 リッジ形状層 16 は 0.65 として、成膜する。

#### 【0034】

次に、レジスト膜をパターン形成して電流注入領域となる部分を保護し、エッチングストップ層 14 で停止するエッチング処理を行い、電流狭窄構造となる  $p$  型キャップ層 18 の表面から  $d2'$  層（第 1 リッジ形状層）15 までのリッジ（凸）形状 RD を形成する。

次に、例えば全面に  $AlInP$  などを堆積して電流ブロック層 19 を形成し、 $p$  型キャップ層 18 を露出させるようにコンタクト開口する。

次に、 $p$  型キャップ層 18 に接続するように、 $Ti/Pt/Au$  などの  $p$  電極 20 を形成し、一方、 $n$  型基板 10 に接続するように、 $AuGe/Ni/Au$  などの  $n$  電極 21 を形成する。

以降は、ペレタイズ工程を経て、図 1（a）に示すような所望の半導体レーザとすることができる。

#### 【0035】

本発明の半導体発光装置の製造方法は、第 2 クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれるように形成するので、第 2 クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルを調整することができ、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

#### 【0036】

上記の実施形態については、 $AlGaInP$  系の半導体発光装置に対して説明しているが、これに限らず、 $AlGaInN$  系の半導体発光装置にも本発明は適用できる。

層構成や構造はAlGaInP系の図1(a)と同様とすることができ、この場合、d2'層(第1リッジ形状層)のアルミニウムの組成比X1を $0.05 \leq X1 \leq 0.20$ とし、第2リッジ形状層などのd2'層(第1リッジ形状層)以外の層のアルミニウムの組成比X2を $X2 \leq X1$ とすることが好ましい。これにより、AlGaInP系の半導体発光装置の場合と同様の効果を得ることができる。

#### 【0037】

本発明は上記の説明に限定されない。

例えば、AlGaInP系およびAlGaN系の半導体発光装置の他、AlGaAs系の半導体発光装置にも適用可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことが可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0038】

本発明の半導体発光装置は、CDやDVD、さらには次世代光ディスク装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などとして、様々な分野に適用できる。

#### 【0039】

本発明の半導体発光装置の製造方法は、CDやDVD、さらには次世代光ディスク装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などを製造する方法として適用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0040】

【図1】図1(a)は本発明の実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図であり、図1(b)は図1(a)中のx1-x2に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

【図2】図2は本発明の実施形態においてドリフト電子を低減する効果を説明する模式図である。

【図3】図3は実施例1において実施例と比較例の半導体レーザのしきい電流を測定した結果を示す図である。

【図4】図4は実施例2において実施例と比較例の半導体レーザの $\theta_{\perp}$ を測定した結果を示す図である。

【図5】図5は実施例3において実施例と比較例の半導体レーザの微分効率を測定した結果を示す図である。

【図6】図6は実施例4において実施例と比較例の半導体レーザのキンクレベルを測定した結果を示す図である。

【図7】図7は実施例5において微分係数の減少率KSEpを遠視野像の半値幅 $\theta_{//}$ に対してプロットした図である。

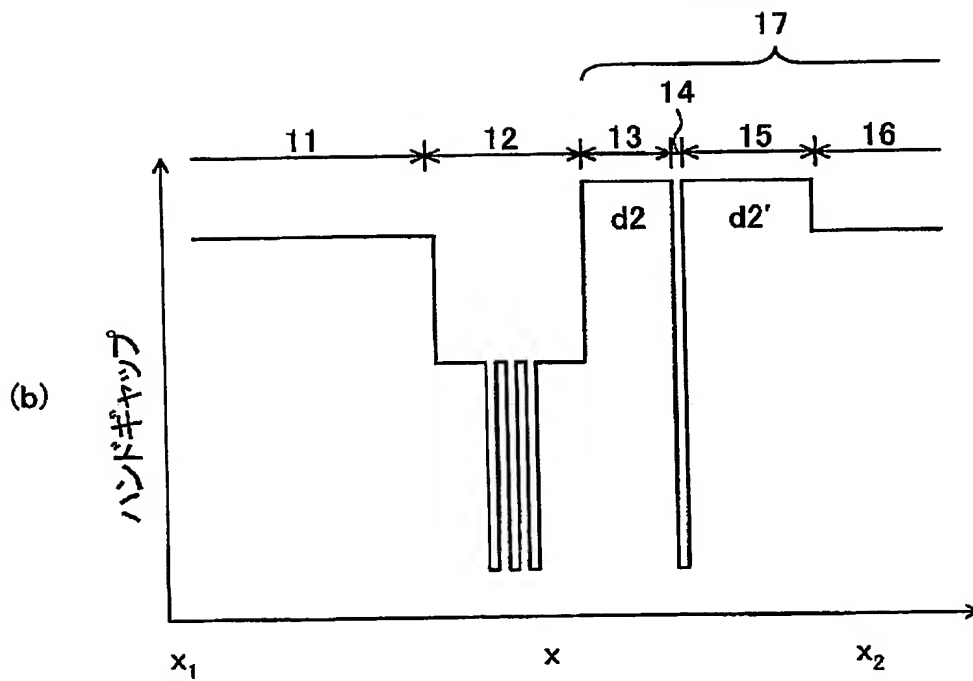
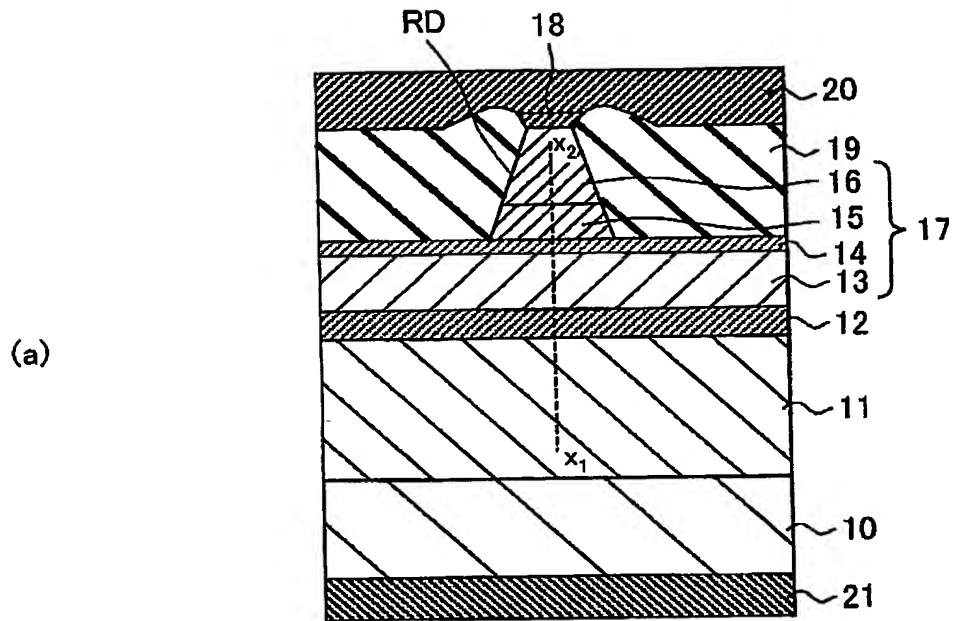
【図8】図8(a)は従来例に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図であり、図8(b)は図8(a)中のx1-x2に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

#### 【符号の説明】

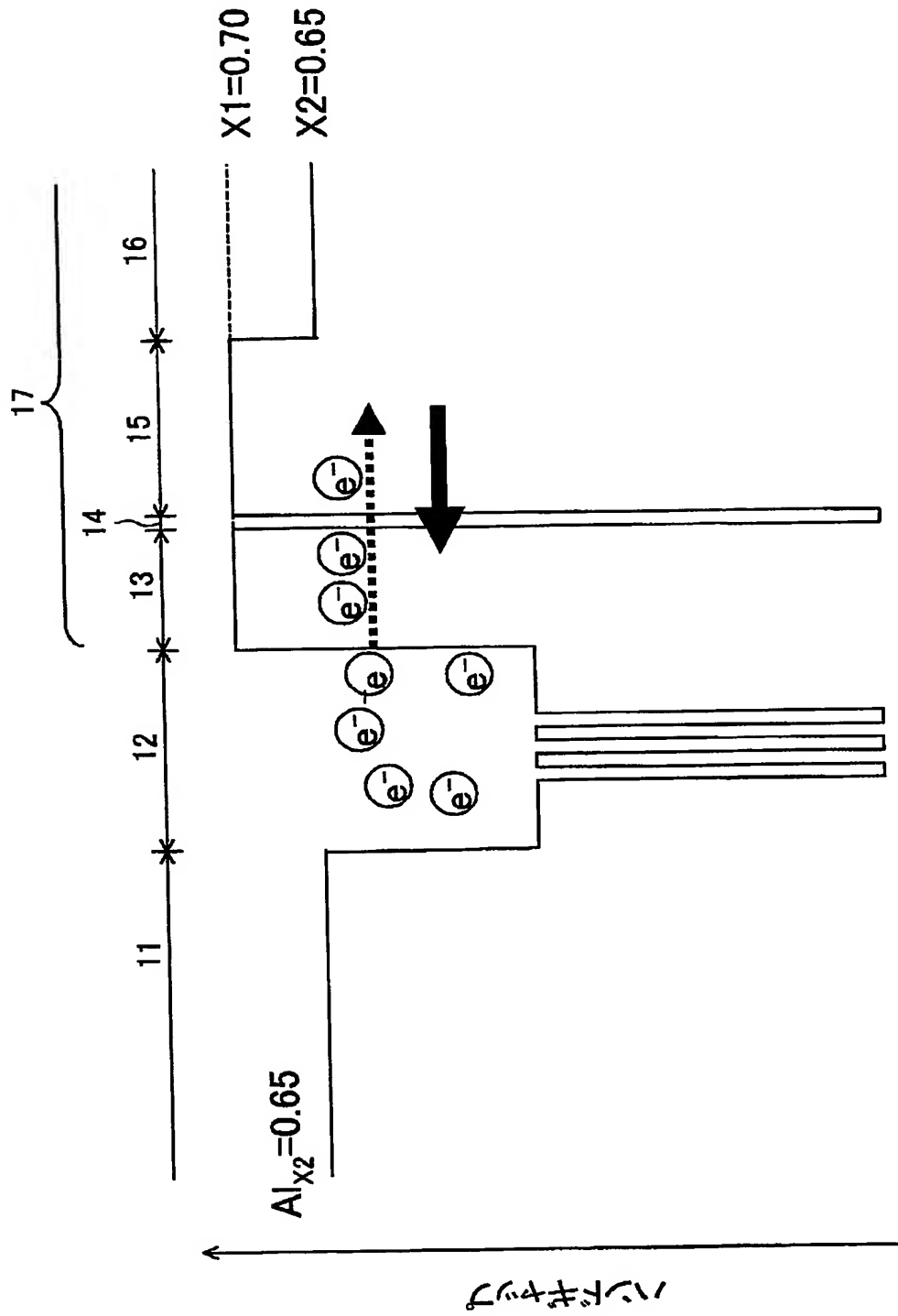
#### 【0041】

10...n型基板、11...n型クラッド層(第1クラッド層)、12...活性層、13...d2層、14...エッチングストップ層、15...d2'層(第1リッジ形状層)、16...第2リッジ形状層、17...p型クラッド層(第2クラッド層)、18...p型キャップ層、19...電流ブロック層、20...p電極、21...n電極、110...n型基板、111...n型クラッド層、112...活性層、113...AlGaInP層p型クラッド層、114...エッチングストップ層、115...AlGaInP層、117...p型クラッド層、118...p型キャップ層、119...電流ブロック層、120...p電極、121...n電極

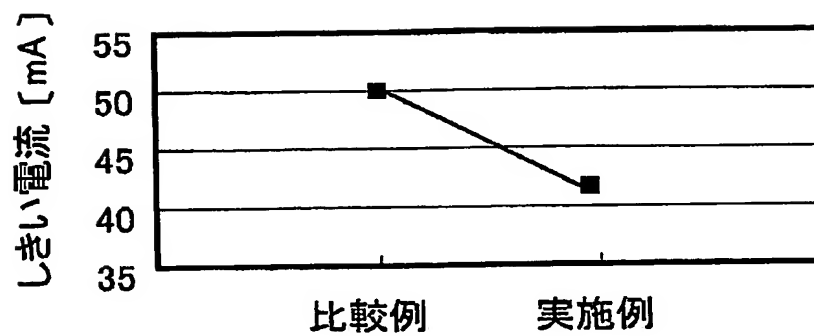
【書類名】 図面  
【図 1】



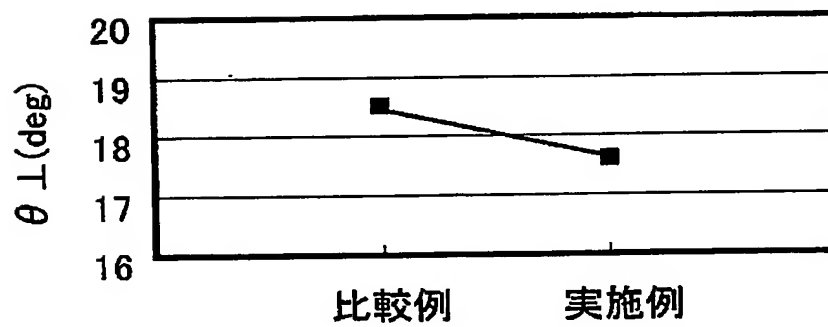
【図 2】



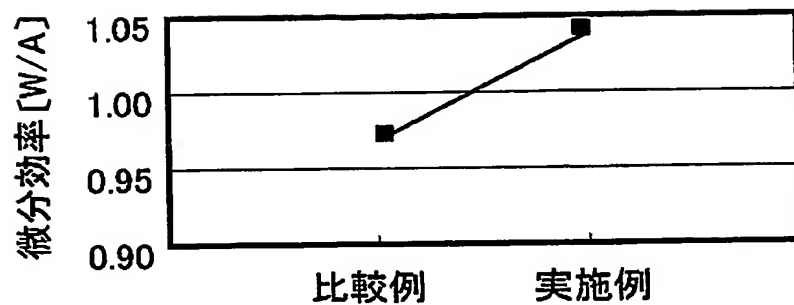
【図 3】



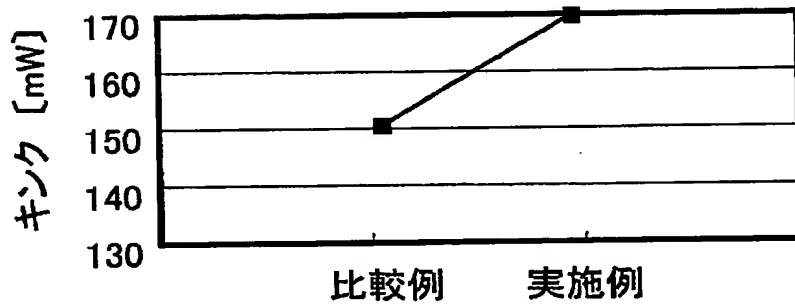
【図 4】



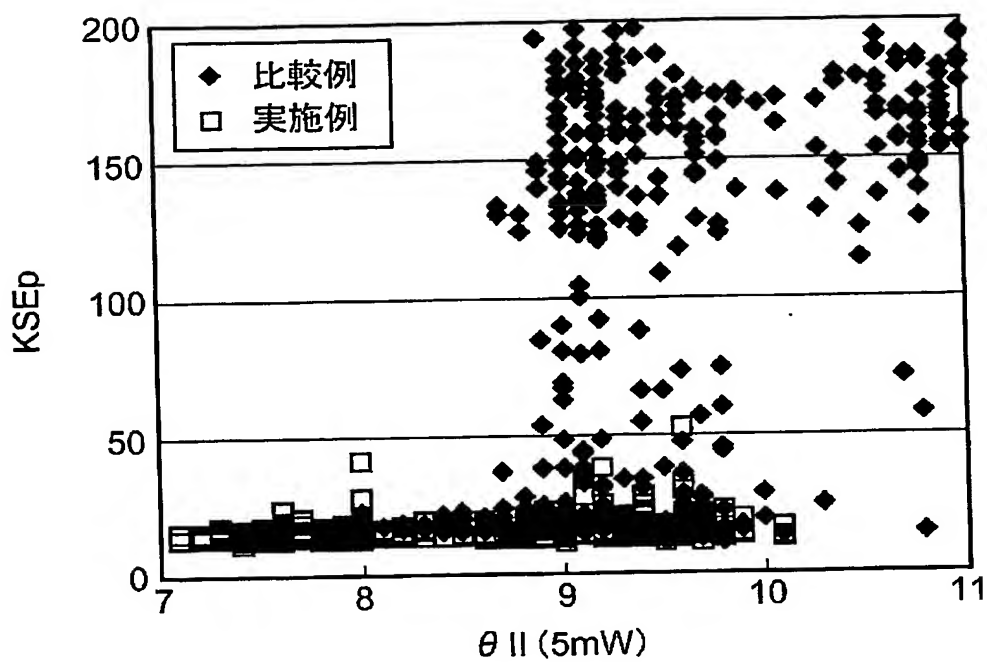
【図 5】



【図 6】

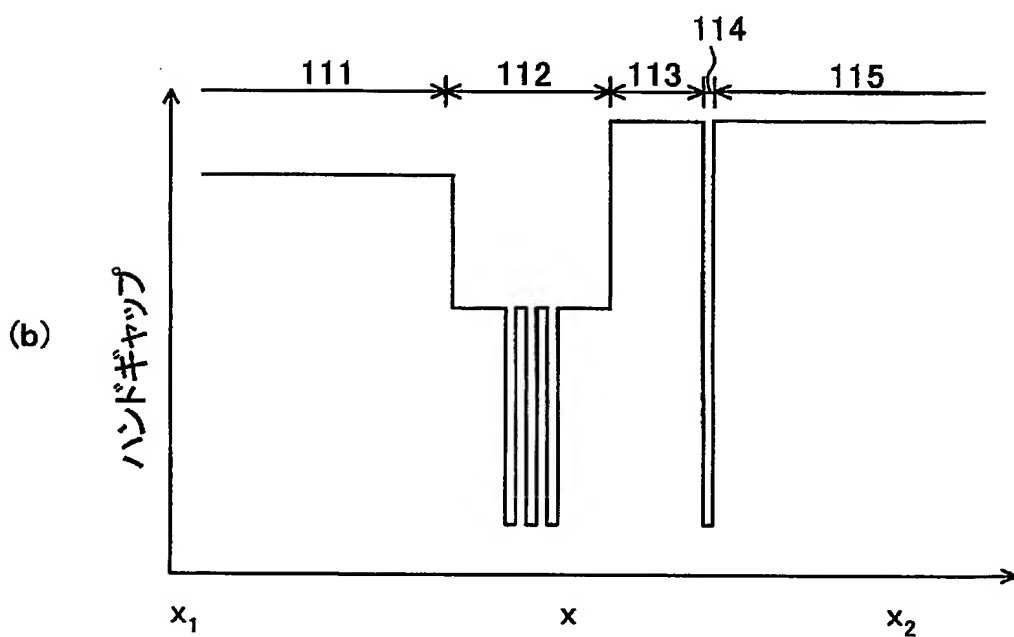
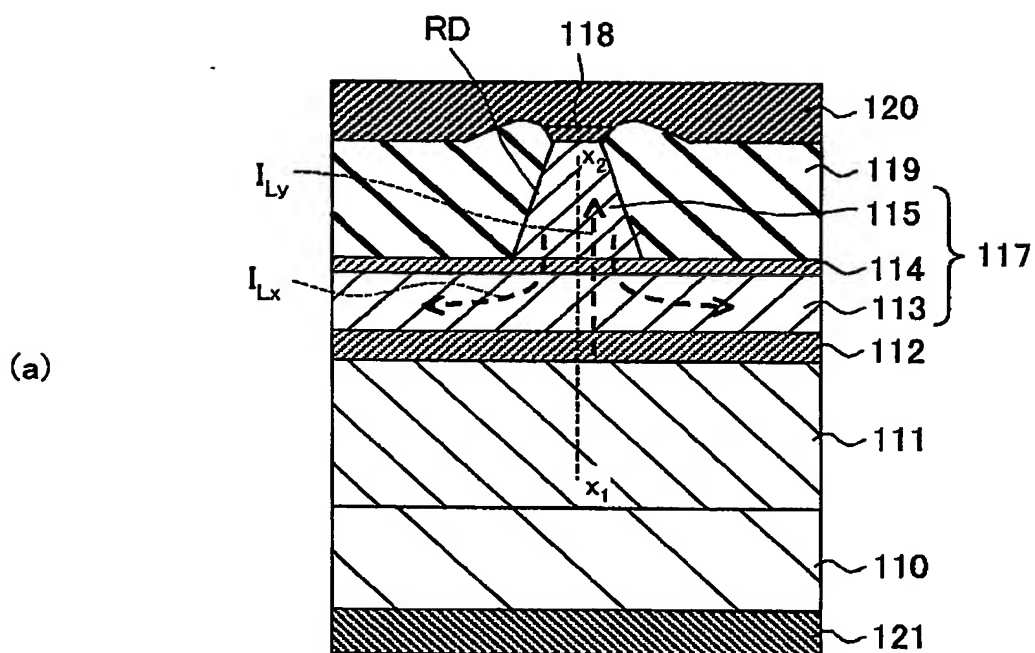


【図 7】





【図 8】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 レーザビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる半導体発光装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 基板 10 に、第 1 導電型の第 1 クラッド層 11、活性層 12、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状 RD となっている第 2 導電型の第 2 クラッド層 17 とが積層しており、このリッジ形状の部分の前記第 2 クラッド層が、活性層に近い側であってバンドギャップの高い第 1 リッジ形状層 15 と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第 2 リッジ形状層 16 を含む構造となっている半導体発光装置とする。基板にエピタキシャル成長法により、第 1 クラッド層、活性層および第 2 導電型の第 2 クラッド層を積層して形成し、第 2 クラッド層の一部をリッジ形状に加工する。第 2 クラッド層を形成するには、リッジ形状となる部分に第 1 リッジ形状層と第 2 リッジ形状層を含むようにする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 8 1 1 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名 ソニー株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/010928

International filing date: 15 June 2005 (15.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-181111  
Filing date: 18 June 2004 (18.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 July 2005 (22.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse